

*И.В.РУЖЕНЦЕВ, А.П.ПОТЫЛЬЧАК, Е.И.ЖОЛТКЕВИЧ*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УСТРОЙСТВА АКТИВНЫХ ПОТЕРЬ ДЛЯ РАСШИРЕНИЯ ДИАПАЗОНА ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ ИЗМЕРЕНИИ ПАРАМЕТРОВ ВИБРАЦИИ**

Розглянуті проблеми контролю параметрів вібрації при оцінці технічного стану й ресурсу надійності роторних машин. Проведений аналіз сучасних засобів вимірювальної техніки, використовуваних при калібруванні систем контролю параметрів вібрації. Запропоноване використання пристрою активних втрат як імітатора вібростенда.

Problems of the control of parameters of vibration are considered at an estimation of a technical condition and a resource of reliability of rotors. The analysis of modern means of the measuring technics used at calibration of monitoring systems of parameters of vibration is lead. Use of the device of active losses as the simulator vibration-testing machine is offered.

Проблема снижения вибрации механизмов и машин приобретает в настоящее время все большее значение, в особенности при эксплуатации ответственных объектов, к которым можно отнести роторные машины, в частности, генераторы. Возможные последствия вибрации включают в себя [1]:

- износ кинематических пар;
- необратимую деформацию материала нагруженных элементов;
- перераспределение внутренних напряжений в материале элементов и их коробление в процессе длительной эксплуатации;
- коробление опорных узлов насосов и несущих конструкций под действием внешних нагрузок;
- появление и рост усталостных трещин в элементах и узлах.

Нормы вибрации энергетических машин, основные требования к средствам контроля их технического состояния и общие требования к проведению измерений параметров вибрации регламентированы рядом национальных и межгосударственных стандартов [2 – 5].

Отклонения режимов работы и параметров технического состояния роторных машин, в частности, генераторов, от допустимых уровней проявляются в изменении параметров их вибрации. Это обуславливает целесообразность использования контроля параметров вибрации для оценки технического состояния и ресурса надежности при эксплуатации генераторов.

Но при решении этой задачи возникает ряд трудностей [6 – 8]:

- недостаточен объем информации о дефектах и вызывающих их причинах;

- вероятностный характер появления и развития различных дефектов, многообразие типовых дефектов делают практически невозможным аналитическое исследование эффективности методов и средств оценки вибрационного состояния генераторов;

- диапазон воспроизведения параметров вибрации и частотный диапазон вибростендов, используемых при калибровке измерительных каналов (ИК) систем контроля параметров вибрации, зачастую не удовлетворяют требованиям, обусловленным конкретными задачами.

Контроль параметров вибрации представляет собой совокупность мероприятий по определению достоверных значений параметров вибрационного состояния технического объекта [9]. Для турбоагрегатов, в частности, генераторов, можно выделить следующие уровни вибрационного контроля:

1. Периодическое измерение значений ограниченного числа характеристик вибросостояния, требующее относительно небольших трудозатрат.

2. Периодическое измерение значений расширенного количества характеристик вибросостояния, сбор данных для статистического накопления и анализа, сопоставление данных, получаемых от различных средств измерений.

3. Непрерывный штатный вибрационный контроль (вибромониторинг) турбоагрегата.

4. Вторичный или подтверждающий виброконтроль.

Современная промышленность выпускает различные системы измерения и контроля параметров вибрации, характерной особенностью которых является наличие ЭВМ [10]. При калибровке ИК этих систем в качестве образцовых средств измерительной техники, задающих параметры вибрации, используются калибровочные вибростенды, к которым предъявляются повышенные требования по точности воспроизведения задаваемой вибрации, например для синусоидальной вибрации – высокая точность задаваемой амплитуды и частоты, а также малая загрязнённость высшими и низшими гармониками. В табл. 1 приведены технические характеристики некоторых современных калибровочных вибростендов.

При калибровке ИК виброперемещения ротора систем контроля механических величин турбоустановок АКТМС и СКМВТ, которые эксплуатируются на АЭС, в качестве образцовых СИТ, задающих параметры виброперемещения, до недавнего времени использовались вибростенды ВСП-02 и 4809. Диапазон размаха виброперемещений для ИК указанных систем составляет 0 – 500 мкм, диапазон частот 5 – 500 Гц. Как видно из табл. 1, ни один из рассмотренных вибростендов не удовлетворяет полностью указанным требованиям.

Таким образом, очевидна необходимость создания устройства, которое позволяло бы имитировать вибрацию во всем требуемом диапазоне виброперемещений и частот.

Таблица 1.

Технические характеристики калибровочных вибростендов

Наз-вание	Производитель	Диапазон воспроизведения			Частота воспроизведения вибрации, Гц	Погрешность, %	Конструктивные особенности
		Вибро-ускорение (СКЗ), м/с <sup>2</sup>	Вибро-ско-рость (СКЗ), мм/с	Вибро-перемещение (размах), мкм			
BC В-131	SDI	1 – 19,99	0,5 – 70,7	5 – 707	45	± 2	переносной
					64 79,6	± 3	
КД В-1	-	-	0 – 100	0 – 250	160	± 2	стационарный
			-	-	20 – 1000	± 5	
BC П-02	«Элексирон»	-	-	0 – 500	20 45	-	переносной
4809	«Брюль и Кьер»			0 – 500	20 – 159	-	стационарный
ВК-02	НПЦ «Динамика»	10 ± 0,3	10 ± 0,35	10 ± 0,4	159,2 ± 0,5	-	переносной

Для обеспечения возможности калибровки ИК систем АКТМС и СКМВТ во всем диапазоне требуемых виброперемещений и частот предлагается применение устройства активных потерь (АП) в качестве имитатора вибростенда.

АП является рабочим СИТ единичного производства и представляет собой преобразователь напряжения переменного тока в эквивалент виброперемещения, который работает в комплексе с вихретоковыми датчиками типа ДВП.

Было проведено исследование возможности применения АП в качестве имитатора вибростенда, которое заключалось в определении характеристики преобразования (ХП) и амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) канала АП-ИП (ИП – измерительный преобразователь, включающий в себя датчик типа ДВП и преобразователь вихретоковый перемещений ПВП-099-01Т) по схеме, приведенной на рис. 1 [11].

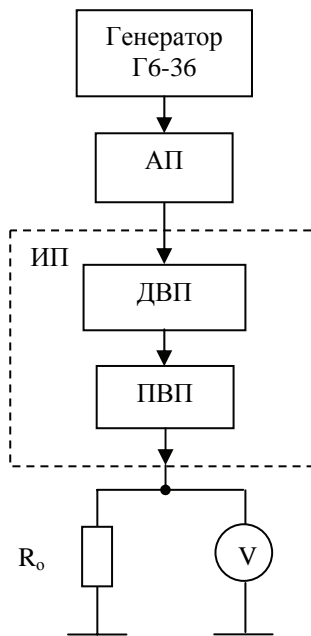


Рис. 1. Структурная схема измерения характеристик АП

Анализ результатов определения ХП канала АП-ИП показывает, что нелинейность исследуемой характеристики не превышает  $\pm 0,35 \%$  во всем диапазоне преобразования, что проиллюстрировано на рис. 2. Значения отклонений от линейности характеристики канала АП-ИП соизмеримы со значениями отклонений, полученными при исследованиях ИП. Следовательно, можно сделать вывод, что ХП устройства АП является в достаточной степени линейной.

Анализ результатов определения АЧХ канала АП-ИП показывает (см. рис. 3), что максимальные значения неравномерности АЧХ канала получены для минимальных амплитуд выходного сигнала генератора 0,01 В и 0,02 В (максимальная погрешность задаваемого параметра), но и эти значения не превышают  $\pm 2,0 \%$ .

Для амплитуд выше 0,02 В неравномерность АЧХ во всем диапазоне преобразования не превышает  $\pm 0,8 \%$ . Сделав допущение о том, что АЧХ ИП является идеальной, можно предположить, что неравномерность АЧХ АП не превышает  $\pm 0,8 \%$ .

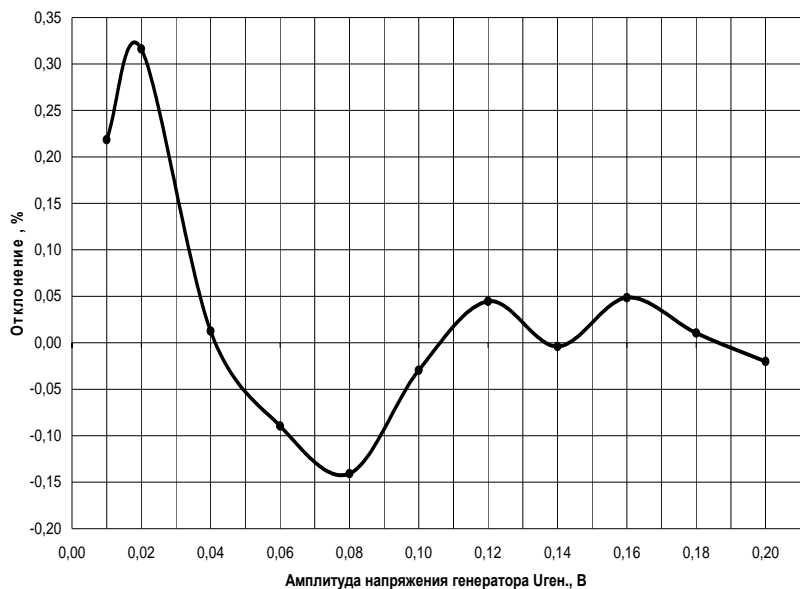


Рис. 2. График зависимости отклонения экспериментального значения выходного тока ИП от расчетного значения при изменении амплитуды генератора на частоте 45 Гц.

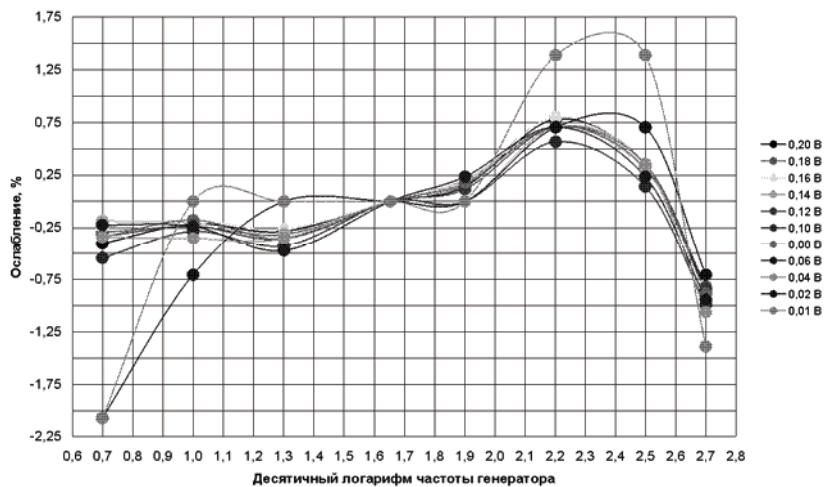


Рис. 3. Ослабление выходного тока ИП при изменении частоты и амплитуды входного сигнала

По полученным в результате проведенных исследований значениям нелинейности ХП и неравномерности АЧХ устройства АП можно сделать вывод, что АП может быть использовано в качестве СИТ для преобразования напряжения переменного тока в эквивалент виброперемещения в диапазоне размаха от 0 мкм до 500 мкм и в диапазоне частот от 5 Гц до 500 Гц.

Направлением дальнейших исследований является проведение работ по метрологическому обеспечению устройства АП, в частности, разработка программы и методики метрологической аттестации, методики калибровки и т.д.

Список литературы: 1. Вибрация энергетических машин. Справочное пособие. Под ред. Н.В. Григорьева. – Л.: Машиностроение, 1974. – 464 с. 2. ДСТУ ISO 10814:2006. Механічна вібрація. Схильність і чутливість машин до дисбалансу. 3. ГОСТ 27165-97. Агрегаты паротурбинные стационарные. Нормы вибрации валопроводов и общие требования к проведению измерений. 4. ГОСТ ИСО 7919-1-2002 (ГОСТ Р ИСО 7919-1-99). Вибрация. Контроль состояния машин по результатам измерений вибрации на вращающихся валах. Общие требования. 5. ГОСТ ИСО 10816-1-97. Вибрация. Контроль состояния машин по результатам измерений вибрации на невращающихся частях. Общие требования. 6. Абдуллаев И.М. Козлов К.Ю. Особенности вибрационного контроля и диагностики технического состояния электромеханических устройств при эксплуатации и изготовлении. // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2006. - №7. – с. 52 – 54. 7. Баркова Н.А. Введение в вибрационную диагностику роторных машин и оборудования. Учебное пособие. – С-Пб.: Изд-во СПб ГМТУ, 2003. 8. Явленский К.Н., Явленский А.К. Вибродиагностика и прогнозирование качества механических систем. Л.: Машиностроение. Ленингр. отд., 1983. 9. Кордуба В.Г. и др. Концептуальные основы системы вибробезопасности / Наука - энергетике. Сборник научных трудов. - Минск: АНК "ИТМО им. А.В. Лыкова" НАНБ, 1999. - с. 61-65. 10. Суворов В.Н. Многоканальный виброизмерительный комплекс К-5101. // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2006. - №1. – с. 36 – 37. 11. Исследование возможности использования устройства активных потерь в качестве имитатора вибростенда для задания эквивалента перемещений: Отчет о НИР / ХХП «Сертицентр АСУ» ГП «Госцентр качества». – № 220-СЦ-05. - Харьков, 2005. - 37 с.

*Поступила в редколлегию 21.04.08*

**УДК 621.923**

**М.И. ГАСАНОВ, В.В. НЕЖЕБОВСКИЙ, А.В. ЧЕРНЕНКО**

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСЛОВИЙ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ШЛИФОВАНИЯ**

Проведен теоретический анализ составляющих силы резания, условного напряжения резания и удельной производительности обработки при шлифовании. Обоснованы условия повышения эффективности процесса шлифования

Процессы шлифования составляет основу финишной механической обработки деталей машин, обеспечивают высокие показатели качества и точности обрабатываемых поверхностей. Эффект обработки состоит в